

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/SK05/000004

International filing date: 02 March 2005 (02.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

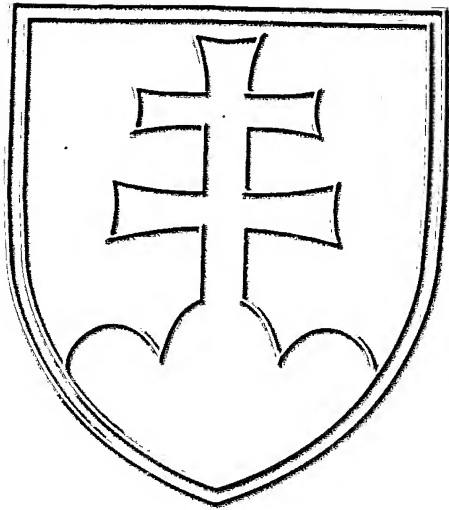
Document details: Country/Office: SK  
Number: PP 0133-2004  
Filing date: 08 March 2004 (08.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 14 April 2005 (14.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



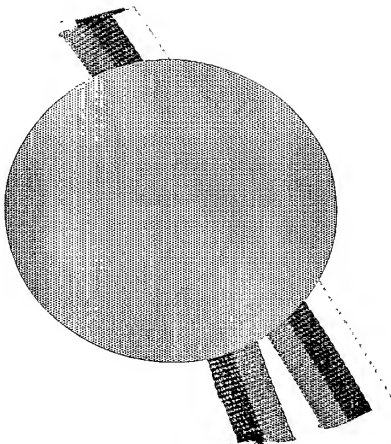
World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



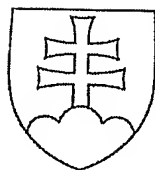
ÚRAD PRIEMYSELNÉHO VLASTNÍCTVA  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

# OSVEDČENIE

o práve prednosti



*Reh...*  
predseda



ÚRAD PRIEMYSELNÉHO VLASTNÍCTVA  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

potvrďuje, že  
**Maďar Ivan, Ing., Křížna 12, 811 07 Bratislava, SK;**

podal dňa **8. 3. 2004** patentovú prihlášku

značka spisu PP **133-2004**

a že pripojený opis a 0 výkresov sa zhodujú úplne s pôvodne podanými prílohami tejto prihlášky.



Banská Bystrica 4.4.2005

**Spôsob spracovania viaczložkových, kompozitných a kombinovaných materiálov tvorených prevažne odpadmi elektronických a elektrických zariadení a použitie takto oddelených zložiek.**

#### Oblasť techniky

Vynález sa týka spôsobu spracovania viaczložkových, kompozitných a kombinovaných materiálov a použitia takto oddelených zložiek účinným oddelením kovov a ostatných anorganických podielov tvoriacich viaczložkový kompozitný materiál od organických podielov depolymerizáciou a dekompozíciou organických zložiek a ich separáciou vo forme pár a plynov.

#### Doterajší stav techniky

Niektoré odpady z elektrických a elektronických zariadení (OEEZ), napríklad dosky tlačených plošných spojov, integrované obvody, mikročipy, pamäťové moduly a iné súčasti elektronického šrotu, majú zložitú kompozitnú štruktúru, ktorá z hľadiska nakladania s takýmto odpadom predstavuje významný problém. Takéto zložené odpady obsahujú hodnotné materiály integrované s obtiažnymi a nebezpečnými látkami v ich tesnej blízkosti, čo podmieňuje separáciu zložiek pred ich ďalším využitím, alebo zneškodnením. Farebné kovy ako meď, cín a olovo, predstavujú hodnotnú súčasť elektronického šrotu, pričom obsah týchto kovov býva až 35 % hmotnosti odpadu. Elektronický šrot často obsahuje aj vzácne kovy, predovšetkým striebro, zlato, platinu a paládium, pričom obsah vzácnych kovov v niektorých typoch „high grade“ integrovaných obvodov môže byť až 0,3 %.

Na druhej strane sú častou súčasťou zložitých druhov elektrického a elektronického šrotu obtiažne a nebezpečné látky. Keramika a plasty predstavujú ďalšie zložky, z ktorých sú tieto odpady zložené a predstavujú asi 60 % ich hmotnosti. Sklennými vláknami vystužené dosky plošných spojov obsahujú často halogény, najmä bróm ako zložku retardérov horenia plastov a živíc. Neodseparované vodiče elektriny sú často izolované PVC. V niektorých odpadoch je možné identifikovať v elektronickom odpade integrované kondenzátory s obsahom PCB. Je zrejmé, že tepelné spracovanie takýchto odpadov štandardnými metalurgickými postupmi za prítomnosti vzdušného kyslíka predstavuje riziko tvorby dioxínov a furánov, ako aj iných nebezpečných látok. Preto, z ekologických,

ale aj ekonomických dôvodov kovy, ako aj ostatné hodnotné zložky kompozitného odpadu, musia byť pred ďalším využitím rozdelené na vysokú úroveň čistoty, čo sa dá dosiahnuť iba extenzívnou dezintegráciou.

Dobry spôsob recyklácie kompozitných elektronického šrotu odpadov musí umožňovať separáciu jednotlivých zložiek tak, aby získané kovy obsahovali minimum nekovových zložiek a súčasne umožňovať, aby organické podiely, najmä plasty, boli tiež recyklovateľné. Z čistej zmesi neželezných kovov je následne možné štandardnými metalurgickými postupmi získať nielen prevažujúci kov - meď, ale aj kovy ako zinok, olovo, cín, ako aj striebro, zlato, platínu a paládium.

V súčasnosti známe metódy a spôsoby spracovania a recyklácie viaczložkových častí odpadových elektrických a elektronických zariadení, spĺňajúce uvedené kritérium sú z ekologického hľadiska obtiažne prijateľné, alebo ekonomicky veľmi náročné.

Najrozšírenejšie súčasné spôsoby recyklácie kompozitného a kombinovaného elektronického šrotu sú založené na fyzikálnych, najmä mechanických princípoch. Prvým stupňom recyklácie je zvyčajne ručné rozobratie zariadenia, resp. prístroja a oddelenie jednoduchých častí. Z kompozitných častí, najmä dosiek tlačných plošných obvodov je potrebné na elimináciu kontaminácie ostatných zložiek odstrániť batérie obsahujúce ťažké kovy (nikel, kadmium), ortuťové spínače a kondenzátory s obsahom PCB. Tento krok sa občas vynecháva, alebo je nerealizovateľný vzhľadom k veľkosti komponentov. Odpadový kompozitný materiál je následne mechanicky dezintegrován v niekoľkých krokoch, zvyčajne v dvoj- až štvor-rotorových drvičoch, nožových a kladivových mlynch, prípadne v granulátoroch. Kovové železo sa z drviny oddeľuje magnetickým separátorom. Získaná odželezená drť je následne triedená s cieľom oddeliť ostatné kovy od zvyškov rôznymi fyzikálnymi postupmi. Často sa využíva vibračný triedič, triedenie v prúde vzduchu, alebo elektrostatické separátory. Niektoré hodnotné individuálne zložky sú oddelené od zvyškov flotáciou, alebo obdobnými metódami využívajúcimi rozdiely hustôt zložiek a gravitáciu.

Produktmi mechanickej recyklácie sú zvyčajne na jednej strane koncentráty železa a farebných kovov s neželaným obsahom reziduí a organických látok, ktorých následné spracovanie metalurgickými technikami je sprevádzané nepriaznivými ekologickými dôsledkami. Na druhej strane sú produktami takejto recyklácie prevažne nekovový zvyšok

a prach, ktoré v dôsledku zloženia a obsahu reziduí predstavujú nevyužiteľné odpady. Vyťažnosť recyklácie kovov uvedenými klasickými postupmi je limitovaná, navyše časť vzácnych kovov sa stáva súčasťou odpadu, často nebezpečného, ktorý tvorí až 60 % pôvodného odpadového kompozitného materiálu. Recyklácia organických látok, najmä makromolekulových látok z kompozitných elektrických a elektronických odpadov nie je súčasťou aktuálneho stavu techniky vo svete.

Postup, ktorý opísali F. Ambrose and B. W. Dunning v práci "Accomplishments in Waste Utilization", 7th Mineral Waste Utilization Symposium, Chicago, Oct. 20-21, 1980, Washington: US Department of the Interior, Bureau of Mines, je zameraný na recykláciu vojenského elektronického odpadu vo forme kompletných nerozobraných spínacích skriniek, ako aj individuálnych obvodových dosiek. Odpad je rozmelovaný vo viacerých stupňoch v rôznych zariadeniach a po každom stupni dezintegrácie sú oddeľované častice príslušného materiálu. Železné častice sú oddeľované magneticky a častice hliníka v separátore s vírivým prúdom (eddy current separator). Na spracovanie zmesi menších častíc kovov a nevodivých zvyškov sa môže použiť valcový elektrostatický odlučovač. Konečnými produktmi tohto spôsobu spracovania sú železo, meď, hliník, ďalšie kovy a kontaminovaný zvyšok obsahujúci neoddelené kovy a rezíduá. Kovy, ak je potrebné, môžu byť rafinované, alebo priamo použité ako základná surovina. Vzácné kovy sa môžu vyťažiť hydrometalurgickými postupmi v špecializovaných rafinériách kovov. Zvyšky zvyčajne nemajú ďalšie využitie a musí byť s nimi naložené ako s nebezpečným odpadom.

Podľa spôsobu opísaného K.O.Tillmanom v práci „Recycling betrieblicher Abfälle“ (Recyklácia priemyselných odpadov), loose-leaf edition, Júl 1991, WEKA Fachverlag Kissingen 1990, izolované dosky tlačených plošných obvodov, ktoré boli vyňaté zo zariadenia, sa najprv podrvia v dvojrotorovom nožovom drviči na častice menšie ako 30 mm. Z výslednej zmesi sa odstránia železné častice magnetickým separátorom. Zostávajúci zvyšok sa schladí kvapalným dusíkom na teplotu  $-130^{\circ}\text{C}$ , čím sa plastické podiely stanú krehkými. Ochladený odpad sa melie v kontinuálne pracujúcom kladivovom mlyne a rozmelňuje na jemné častice. Granulát sa rozdelí vo vibračnom separátore na kovovú a zostatkovú frakciu. Prachový zvyšok sa zhromažďuje a posiela sa do rafinérie na vyťaženie prítomných vzácnych kovov. Z kovovej frakcie sa v špecializovanej huti vyťaží meď a vzácne kovy prítomné v kovovej frakcii, prítomné v anódovom kale po vyťažení

medi sa môžu spracovať v rafinérii vzácnych kovov. Zostatkové frakcie nemajú ďalšie využitie ako surovina.

Taktiež je známy spôsob spracovania nízko hodnotných organických látok podľa SK patentu č. 279 397, ktorého podstata spočíva v tom, že sa nízko hodnotné organické látky podrobia pri teplote 150°C až 700°C a tlaku 0,1 MPa až 2,5 MPa pôsobeniu pohyblivého lôžka pevných častíc látky vykonávajúcich vírivý pohyb, pričom pevné častice látky tvoriace pohyblivé lôžko sa dostávajú do vírivého pohybu intenzívnym miešaním.

Uvedené spôsoby nezabezpečujú dostatočnú dezintegráciu kompozitného materiálu, navyše používané separačné zariadenia nedosahujú dostatočnú úroveň rozdelenia. Dôsledkom je, že kovová frakcia stále obsahuje pomerne vysoký podiel zvyškových materiálov, okrem iných aj halogénov, čo vedie k tvorbe dioxínov a furánov počas tavenia kovov. To znižuje výhody recyklácie kovov z odpadov.

Navyše, zvyškové frakcie považované za odpad stále obsahujú 10 až 20 % kovov, čo v prípade termického spracovania odpadu môže negatívne ovplyvňovať životnosť katalyzátora použitého na úpravu spalín.

Niektoré nedostatky uvedených postupov odstraňujú spôsoby opísané v patentových dokumentoch US 5,683,040 a US 6,244,054. Uvádzané spôsoby využívajú ako kľúčovú operáciu dezintegrácie kompozitného materiálu kryogenické spracovanie kompozitného materiálu, z ktorého sa pred kryogenickým spracovaním odstránia batérie, spínače a kondenzátory s obsahom škodlivín a materiál sa pomelie na menšie častice. Ako kryogenická látka sa používa kvapalný dusík. Krehké, podchladené častice sa diskontinuálne rozomieľajú v kladivovom mlyne, kde sa súčasne pomletý materiál delí na sitách v spodnej časti mlecej komory na jemnú a hrubú frakciu. Zo zariadenia sa môže diskontinuálne odoberať hrubá metalická frakcia. Z tejto sa v magnetickom separátore môže oddeľovať železo. Jemná frakcia sa triedi na základe veľkosti častíc do niekoľkých úzkych podfrakcií, ktoré môžu byť samostatne rozdelené v elektrostatickom valcovom separátore (corona-roller separator) na metalické a zvyškové nekovové častice. V postupe opísanom v US 6,244,054 je optimalizované podchladzovanie kompozitného materiálu v chladiacom tanku jeho pridávaním v oddelených dávkach a diskontinuálnym odberom podchladeného

materiálu na mletie, čo vedie k optimalizácii spotreby kvapalného plynu, zníženiu spotreby energií, minimalizácii potreby ľudskej práce a prevádzkového času.

Hoci posledne uvedené postupy poskytujú kovové koncentráty s vysokou čistotou, zvyškové frakcie s malým obsahom kovov a minimalizujú emisie z procesu recyklácie, ich nevýhodou je, že v dôsledku energetickej náročnosti kryogenných techník sú pre vysoké prevádzkové náklady tieto spôsoby na hranici ekonomickej opodstatnenosti. Okrem toho neumožňujú využitie a zhodnotenie nekovových zvyškov, predovšetkým organických podielov prítomných v kompozitných materiáloch.

Cieľom predloženého vynálezu je odstrániť nedostatky doterajších spôsobov a najmä spôsobov recyklácie elektrického a elektronického šrotu, v ktorých je kľúčovou operáciou dezintegrácia kompozitného materiálu.

#### Podstata vynálezu

Podstata spôsobu spracovania viaczložkových, kompozitných a kombinovaných materiálov, tvorených organickými a anorganickými nekovovými a kovovými zložkami a najmä odpadmi elektronických a elektrických zariadení spočíva v tom, že sa spracovávané materiály upravujú odstránením kontaminujúcich komponentov obsahujúcich toxické ťažké kovy a polychlórované bifenyle pomletím odpadu na častice s veľkosťou najviac 5 až 25 mm. a v inertnom, alebo redukčnom prostredí sa podrobia pri teplote 350°C až 600°C a pri tlaku 100 kPa až 10 MPa pôsobeniu lopatiek rotačného mechanizmu po dobu 10 sec. až 10 minút a pôsobeniu pohyblivého lôžka pevných častíc látky vykonávajúcich vírivý pohyb. Týmto spôsobom dochádza k depolymerizácii, krakovaniu a premene skupenstva makromolekulových, tuhých a kvapalných organických podielov a ich oddeleniu z kompozitného materiálu vo forme organických pár a plynov. Nekovové, najmä keramické anorganické podiely sa deštrukčným účinkom lopatiek rotačného mechanizmu dezintegrujú na malé častice, čo umožňuje mechanicky uvoľniť kovy z jemných anorganických (mikro a nano) štruktúr kompozitného materiálu. Oddelené a uvoľnené farebné a vzácne kovy prítomné vo viaczložkovom materiáli, môžu vytvárať pri uvedených podmienkach intermetalické fázy, zlúčeniny alebo zliatiny, čo zefektívňuje ďalšie spracovanie oddelených frakcií, najmä voľných kovov.



Inertné prostredie zabraňujúce oxidácii prítomných látok zabezpečuje dusík alebo oxid uhličitý alebo vodná para, alebo pri daných podmienkach inertne pôsobiace plynné produkty depolymerizácie, krakovania a premeny skupenstva makromolekulových, tuhých a kvapalných organických podielov.

Na umožnenie redukcie kovov z ich zlúčenín prítomných v kompozitnom materiáli sa uvedený postup môže vykonať tak, že sa kompozitné materiály podrobia pôsobeniu lopatiek rotačného mechanizmu v redukčnom prostredí, pričom redukčné prostredie tvorí vodík alebo vodík uvoľňujúca látka alebo redukčne pôsobiace plynné produkty depolymerizácie, krakovania a premeny skupenstva makromolekulových, tuhých a kvapalných organických podielov.

Na odstránenie halogénov a síry z organickej fázy prítomnej v kompozitnom materiáli sa uvedený postup môže vykonať tak, že sa viaczložkové, kompozitné a kombinované materiály, ktoré sú tvorené organickými a anorganickými nekovovými a kovovými zložkami, podrobia pôsobeniu lopatiek rotačného mechanizmu v alkalickom prostredí. Alkalické prostredie zabezpečujú alkalicky pôsobiace pevné častice látky vykonávajúce vírivý pohyb tvorené pevným alkalickým absorbentom, ako je oxid vápenatý alebo uhličitan vápenatý alebo hydroxid vápenatý alebo hydroxid sodný alebo hydroxid draselný, v ktorých sa chemicky viažu halogény a síra prítomné v organickej zložke kompozitných materiálov.

Pevné častice látky vykonávajúce vírivý pohyb môžu byť tvorené čiastočne alebo úplne látkou, ktorá pri reakčných podmienkach pôsobí katalyticky na prebiehajúce štiepne chemické reakcie, alebo látkou inertnou pri reakčných podmienkach k prítomným reagujúcim látkam, ako je zrnitý kremeň a/alebo kremičitý piesok a/alebo hlinitokremičitany a/alebo iné prírodné a/alebo syntetické minerály s obsahom kremíka a/alebo hliníka a/alebo vápnika a/alebo sodíka a/alebo draslíka a/alebo kyslíka a/alebo síry. Pevné častice látky vykonávajúce vírivý pohyb môžu byť tvorené čiastočne alebo úplne látkou, ktorá vzniká dezintegráciou anorganických nekovových podielov viaczložkových, kompozitných a kombinovaných materiálov na malé častice a kovovými časticami uvoľnenými z viaczložkových, kompozitných a kombinovaných materiálov.

Produktmi spracovania kompozitných materiálov podľa uvedeného spôsobu sú na jednej strane organické plynné a kvapalné stredne a/alebo vyššie vrúce uhl'ovodíky, ktoré sa

odoberajú z procesu v kondenzačnej časti zariadenia a môžu sa využiť rôznym spôsobom, najjednoduchšie priamo ako zdroj tepelnej energie. Na druhej sa strane sa zo zariadenia odoberá jemne rozmelnená tuhá fáza, z ktorej sú odstránené všetky organické a prchavé látky vrátane vody, a ktorá obsahuje všetky anorganické zložky, t. j. kovy aj nekovy prítomné v pôvodnom kompozitnom materiáli. V dôsledku odstránenia organických látok, ktorých obsah v kompozitných materiáloch býva 35 až 50 % hm. sa v anorganickej fáze zvýši koncentrácia kovov, čo zefektívňuje následné operácie smerujúce k vyťaženiu kovov. Primárny kovový koncentrát sa môže, s cieľom vyťažiť prítomné farebné a vzácne kovy, zhodnotiť rôznymi spôsobmi. Kovy ako kujný materiál nie sú krehké, naopak, preto nepodliehajú počas pôsobenia lopatiek rotačného mechanizmu dezintegrácii. Tento fakt je možné s výhodou využiť na oddelenie farebných kovov, najmä medi a hliníka od vzácnych kovov. Farebné kovy sa vyskytujú vo väčších časticiach, vzácne kovy sú prevažne jemne rozptýlené. Triedením primárneho koncentráta na sitách sa môže oddeliť hrubá frakcia s prevahou obsahu medi a hliníka od jemnej alebo jemných frakcií s rôznou granulometriou s prevahou obsahu vzácnych kovov. Ďalšie zvýšenie obsahu kovov je možné dosiahnuť v granulometricky rozdelených frakciách oddelením anorganických častíc pomocou antistatického valcového separátora (corona-roller separator). To sa môže vykonať aj s primárnym kovovým koncentrátom. Primárny kovový koncentrát, alebo granulometricky vytriedené frakcie, prípadne frakcie zbavené anorganických látok v antistatickom separátore, sú vhodné na finálne vyťaženie a rafináciu kovov klasickými tepelnými metalurgickými postupmi, napríklad pomocou olova v šachtovej, prípadne anglickej peci, alebo chemickými metalurgickými spôsobmi, tzv. mokrou cestou, napríklad postupným rozpúšťaním vzácnych kovov s využitím roztokov kyanidov, lúčavky kráľovskej, kyseliny soľnej atď.

Uvedeným spôsobom sa skoncentrujú kovy a anorganické podiely sa oddelia od organických podielov tvoriacich viaczložkový, kompozitný a kombinovaný materiál.

Jednotlivé oddelené organické, plynné a kvapalné podiely sa môžu použiť na výrobu alternatívneho paliva a anorganické zložky, ako kovový koncentrát na metalurgické spracovanie, pričom sa anorganická frakcia rozdelí podľa veľkosti častíc na jemnejšie a hrubšie zložky triedením na sitách a z takto vytriedených frakcií sa odstránia nekovové častice v elektrostatickom separátore.

Spôsob podľa vynálezu umožňuje napríklad ekonomicky a ekologicky výhodné zhodnocovanie odpadových elektrických a elektronických zariadení, resp. ich častí, napríklad odpadových dosiek tlačených plošných obvodov, mikročipov a integrovaných obvodov, pamäťových modulov a iných zložitých druhov elektrického a elektronického šrotu.

#### Príklad uskutočnenia vynálezu

V prevádzkovom výskumnom zariadení BLOWDEC postavenom podľa SK patentu č. 279 397 s príkonom reaktora 45 kW bolo vytvorené vírivé pohyblivé lôžko, ktorého pevné častice tvoril bežný kremičitý piesok. Po ohriatí na 450°C bola do reakčnej komory závitovým dopravníkom kontinuálne dávkovaná drť elektronického šrotu. Elektronický šrot tvorila prevažne zmes pomletých odpadových plošných spojov z demontáže amortizovanej výpočtovej techniky. Z plošných spojov boli pred mletím v nožovom mlyne odstránené batérie a väčšie kondenzátory. Veľkosť pomletých častíc bola do 10 mm a z pomletej drte sa v magnetickom separátore odstránili železné častice.

Zároveň bola do reakčnej komory pridávaná ako inertné médium vodná para v množstve predstavujúcom 0,75 % hmotnosti vsádzky. V reakčnej komore s vírivým pohyblivým lôžkom prebiehali pri teplote 450°C a tlaku 120 kPa štiepne a depolymerizačné reakcie plastov a živíc tvoriacich súčasť elektronického šrotu. Plynné reakčné produkty boli odvádzané do kondenzačnej časti zariadenia BLOWDEC a tu prudko chladené v náplňovom skrápanom kondenzátore. Ako primárne chladiace médium bol použitý ťažký plynový olej. Súčasne bola z procesnej komory vyprázdňovacím zariadením kontinuálne odoberaná rozmelnená anorganická fáza.

Tuhá fáza bola analyzovaná s cieľom zistiť obsah podstatných kovov a majoritných anorganických prímiesí. Obsah kovov bol stanovený metódou AAS a röntgenovou fluorescenčnou analýzou. Kvapalný a plynný produkt boli analyzovaní štandardnými postupmi používanými v ropárskej analytike. Kvalita, zloženie a vlastnosti produktov sú uvedené v Tabuľke I a II.

Tabuľka I

Obsah podstatných anorganických látok v tuhej fáze

<i>Látka</i>	<i>Jednotka</i>	<i>Hodnota</i>
SiO <sub>2</sub>	% hm.	34,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% hm.	29,1
Meď - Cu	% hm.	14,5
Olovo - Pb	% hm.	2,8
Cín - Sn	% hm.	4,8
Železo - Fe	% hm.	5,5
Zinok - Zn	% hm.	0,5
Zlato - Au	ppm (% hm)	650 (0,065)
Platina - Pt	ppm (% hm)	400 (0,040)
Paládium - Pd	ppm (% hm)	160 (0,016)
Striebro - Ag	ppm (% hm)	1200 (0,120)
Uhlík - C	% hm.	2,9

Celkový obsah vzácnych kovov (bez striebra) v netriedenej anorganickej frakcii bol 0,121% hmotnostných, čo predstavuje množstvo 1,21 kg v 1 tone anorganického produktu.

Tabuľka II

Kvalita kvapalného produktu

<i>Parameter</i>	<i>Jednotka</i>	<i>Hodnota</i>
Hustota pri 20°C	kgm <sup>-3</sup>	886
Viskozita pri 40°C	mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	19,2
Obsah mechanických nečistôt	% hm.	0,16
Obsah vody	% hm.	0,08
Obsah popola	% hm.	0,21
Teplota vzplanutia	°C	61
Teplota tuhnutia	°C	18
Výhrevnosť	MJ/kg	42,1

Kvapalný uhl'ovodíkový kondenzát tvoril 31,4 % hm. celkovej hmotnosti vsádzky elektronického šrotu organických látok. Zvyšok v množstve 2,5 % hm. predstavovali plyny (metán, ľahké uhl'ovodíky do C5 a CO<sub>2</sub>) neskondenzovateľné v podmienkach vytvorených v kondenzačnom systéme technologického zariadenia.

#### Priemyselná využiteľnosť

Spôsob podľa vynálezu je využiteľný v priemyselnej oblasti odpadového hospodárstva orientovaného na preferované využívanie a zhodnocovanie odpadov ako surovinových zdrojov. Vynález umožňuje ekonomicky a ekologicky výhodnú recykláciu odpadových elektrických a elektronických zariadení, resp. ich viaczložkových, kompozitných a kombinovaných častí, napríklad dosiek tlačených plošných obvodov, integrovaných obvodov, mikročipov, pamäťových obvodov a pod., ako aj iných zložitých druhov elektrického a elektronického šrotu.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Spôsob spracovania viaczložkových, kompozitných a kombinovaných materiálov, tvorených prevažne odpadmi elektronických a elektrických zariadení a použitie oddelených zložiek, za pôsobenia pohyblivého lôžka pevných častíc látky vykonávajúcich vírivý pohyb, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že sa spracovávané materiály upravujú odstránením kontaminujúcich komponentov obsahujúcich toxické ťažké kovy a polychlórované bifenyly pomletím odpadu na častice s veľkosťou najviac 5 až 25 mm. a v inertnom prostredí sa podrobia pri teplote 350°C až 600°C a tlaku 100 kPa až 10 MPa pôsobeniu lopatiek rotačného mechanizmu po dobu 10 sec. až 10 minút, pričom dochádza k depolymerizácii, krakovaniu a premene skupenstva makromolekulových, tuhých a kvapalných organických podielov a ich oddeleniu z kompozitného materiálu vo forme organických pár a plynov, a k dezintegrácii anorganických nekovových podielov na malé častice a k zvýšeniu koncentrácie kovov v anorganickej fáze.
2. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že sa po odstránení kontaminujúcich komponentov obsahujúcich toxické ťažké kovy a polychlórované bifenyly a pred spracovaním v inertnom prostredí pôsobením lopatiek rotačného mechanizmu odstránia železné časti v magnetickom separátore.
3. Spôsob podľa nároku 1 a 2, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že sa podrobia pôsobeniu lopatiek rotačného mechanizmu v prítomnosti olova a/alebo cínu a/alebo zinku a/alebo ortuti pridávaných do procesu spracovania v množstve 2 % až 50 % hmotn.
4. Spôsob podľa nároku 1 až 3, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že sa podrobia pôsobeniu lopatiek rotačného mechanizmu v redukčnom prostredí.
5. Spôsob podľa nároku 1 až 3, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že sa podrobia pôsobeniu lopatiek rotačného mechanizmu v alkalickom prostredí.

6. Spôsob podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že inertné prostredie tvorí dusík a/alebo oxid uhličitý a/alebo vodná para a/alebo inertné alebo pri daných podmienkach inertne pôsobiace plynné produkty depolymerizácie, krakovania a premeny skupenstva makromolekulových, tuhých a kvapalných organických podielov.
7. Spôsob podľa nárokov 1 až 4, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že redukčné prostredie tvorí vodík a/alebo vodík uvoľňujúce látky a/alebo redukčne pôsobiace plynné produkty depolymerizácie, krakovania a premeny skupenstva makromolekulových, tuhých a kvapalných organických podielov.
8. Spôsob podľa nárokov 1 až 3 a 5, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že alkalické prostredie tvoria alkalicky pôsobiace pevné častice látky vykonávajúce vírivý pohyb tvorené pevným alkalickým absorbentom, ako je oxid vápenatý a/alebo uhličitý vápenatý a/alebo hydroxid vápenatý a/alebo hydroxid sodný a/alebo hydroxid draselný.
9. Spôsob podľa nároku 1 až 3, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že pevné častice látky vykonávajúce vírivý pohyb sú tvorené čiastočne alebo úplne látkou, ktorá pri reakčných podmienkach pôsobí katalyticky na prebiehajúce chemické reakcie, alebo látkou inertnou pri reakčných podmienkach k prítomným reagujúcim látkam, ako je zrnitý kremeň a/alebo kremičitý piesok a/alebo hlinitokremičitaný a/alebo iné prírodné a/alebo syntetické minerály s obsahom kremíka a/alebo hliníka a/alebo vápnika a/alebo sodíka a/alebo draslíka a/alebo kyslíka a/alebo síry.
10. Spôsob podľa nároku 1 až 3 a 9, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že pevné častice látky vykonávajúce vírivý pohyb sú tvorené čiastočne alebo úplne látkou, ktorá vzniká dezintegráciou anorganických nekovových podielov viaczložkových, kompozitných a kombinovaných materiálov na malé častice a kovové častice.
11. Použitie oddelených organických, plynných a kvapalných podielov podľa nároku 1 až 10 na výrobu alternatívneho paliva a anorganických zložiek ako kovového koncentráту na metalurgické spracovanie.